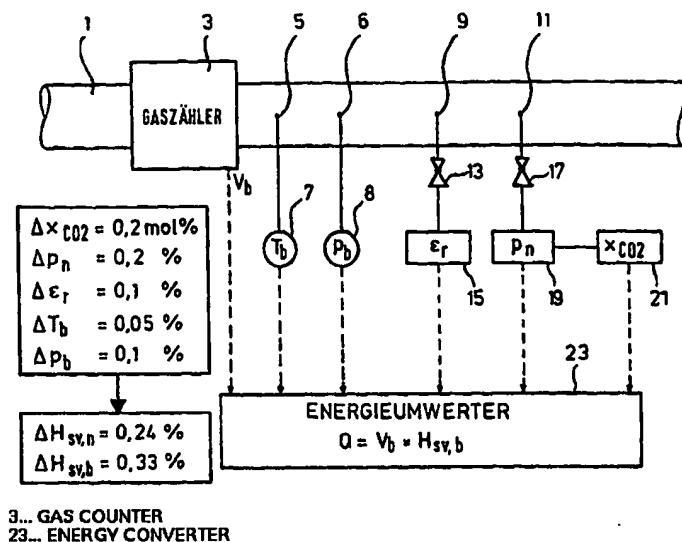




(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01N 33/22, 27/22		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/10740
(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. März 1999 (04.03.99)			
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/05304			(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 20. August 1998 (20.08.98)			
(30) Prioritätsdaten: 197 36 528.0 22. August 1997 (22.08.97) DE			Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): RUHRGAS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Huttropstrasse 60, D-45117 Essen (DE). N.V. NEDERLANDSE GASUNIE [NL/NL]; Concourslaan 17, NL-9700 MA Groningen (NL).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHLEY, Peter [DE/DE]; Weyerstrasse 7, D-45131 Essen (DE). JAESCHKE, Manfred [DE/DE]; Barkenberger Allee 192, D-46286 Dorsten (DE). KLEINRAHM, Reiner [DE/DE]; Ahornweg 1a, D-44801 Bochum (DE). JANSSEN-VAN ROSMALEN, Renee [NL/NL]; Nederhorstlaan 6, NL-9301 WB Roden (NL). SCHOUTEN, Jan, A. [NL/NL]; Johan Buyseslaan 24, NL-1141 GT Monnickendam (NL).			
(74) Anwalt: HARLACHER, Mechthild; Ruhrgas Aktiengesellschaft, Huttropstrasse 60, D-45139 Essen (DE).			

(54) Title: METHOD FOR MEASURING WITHOUT COMBUSTION THE HEAT VALUE OF FUEL GAS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERBRENNUNGSLOSEN MESSUNG DES BRENNWERTES VON BRENNGAS



(57) Abstract

According to the invention the fuel gas or a part of said fuel gas is fed through a volume meter and the volume flow is detected. In addition, pressure, temperature and the fraction of at least one inert gas, as well as the density and dielectric constant under reference conditions are determined. From these six parameters, the quantity of heat supplied to gas-consuming appliances can be deduced reliably and with little technical effort.

(57) Zusammenfassung

Das Brenngas bzw. ein Teilstrom des Brenngases wird durch einen Volumenzähler geleitet, und der Volumenstrom wird erfaßt. Außerdem werden der Druck, die Temperatur, und der Anteil mindestens eines Inertgases sowie die Dichte und die Dielektrizitätskonstante unter Referenzbedingungen erfaßt. Aus diesen sechs Parametern kann die Wärmemengenzufuhr zu Verbrauchseinrichtungen zuverlässig und mit geringem technischen Aufwand abgeleitet werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

**Verfahren zur verbrennungslosen Messung des Brennwertes von
Brenngas**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur verbrennungslosen Messung des Brennwertes von Brenngas und auf eine Verwendung des Verfahrens zur verbrennungslosen Messung 5 und/oder Regelung der Wärmemengenzufuhr zu Gasverbrauchseinrichtungen, insbesondere zu Erdgasverbrauchseinrichtungen.

Die verbrennungslosen Verfahren zur Messung des Brennwertes bzw. zur Wärmemengenmessung haben gegenüber kalorimetrischen Verfahren, in denen eine kontrollierte Teilstrom-10 Verbrennung des übertragenen Gasstroms durchgeführt wird, den Vorteil, daß sie wesentlich kostengünstiger sind. Allerdings ist die technische Realisierung häufig aufwendig, abgesehen davon, daß Schwierigkeiten bei der Eichung auftreten können.

15 Zu den verbrennungslosen Meßverfahren gehören indirekte und korrelative Verfahren. Bei den indirekten Verfahren wird die Gaszusammensetzung analysiert. Aus der Zusammensetzung des Gases kann dann mit den Brennwerten für die reinen Stoffe der Brennwert des Brenngases bestimmt werden. Diese Verfahren (z.B. die Gaschromatographie) liefern sehr genaue Ergebnisse, sind aber technisch kompliziert und daher für den Einsatz in beispielsweise Haushalten kaum geeignet. Zudem 20 sind sie störanfällig.

Bei den korrelativen Verfahren zur Messung des Brennwertes bzw. zur Wärmemengenmessung wird ein Zusammenhang zwischen einer leicht messbaren physikalischen oder chemischen Meßgröße und dem Brennwert ausgenutzt. Die technische Durchführung ist hierbei einfacher, jedoch werden die Reproduzierbarkeit und die Genauigkeit der Messung des Brennwertes 25 bzw. der Wärmemenge in unerwünschtem Maße eingeschränkt.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Aufwand bei der korrelativen verbrennungslosen Messung des Brennwertes bzw. der Messung und/oder Regelung der Wärmemengenzufuhr zu Verbrauchseinrichtungen weiter zu verringern und insbesondere

ein zuverlässiges und genaues Meßverfahren zur Verfügung zu stellen.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß bei dem eingangs genannten Verfahren

5 a) die Dielektrizitätskonstante des Brenngases unter Referenz- oder Betriebsbedingungen und

die Dichte oder die Schallgeschwindigkeit des Brenngases unter Referenz- oder Betriebsbedingungen erfaßt werden und

b) aus diesen zwei Parametern der Brennwert abgeleitet

10 wird.

Für die Messung der Dichte unter Referenz- bzw. Betriebsbedingungen existieren in der Praxis verschiedene bewährte Verfahren. Die Schallgeschwindigkeit bei Referenz- oder Betriebsbedingungen kann in einer separaten Meßeinheit, 15 beispielsweise über die Resonanzfrequenz von Wirbelpfeifen oder von Hohlkörpern oder eine Weg-Zeit-Messung z.B. in Ultraschallzählern erfaßt werden. Die Dielektrizitätskonstante läßt sich auch bei Betriebsbedingungen kostengünstig und mit hoher Genauigkeit erfassen.

20 Folglich können die jeweils erforderlichen zwei Messungen ohne großen technischen Aufwand, zuverlässig und genau durchgeführt werden, so daß die Verknüpfung der Meßwerte entsprechende Ergebnisse für den Brennwert liefert. Der so ermittelte Brennwert kann z.B. zur Steuerung von Verbrennungsprozessen verwendet werden.

Je nach Anwendungsfall kann der volumenbezogene Brennwert unter Referenz- oder Betriebsbedingungen, der spezifische (massenbezogene) Brennwert bzw. der molare Brennwert bestimmt werden.

30 Insgesamt gibt es vier Variationen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Messung des Brennwertes von Brenngas.

Bei der ersten Variante werden die Dichte und die Dielektrizitätskonstante unter Referenzbedingungen und bei der zweiten Variante die Schallgeschwindigkeit und die Dielektrizitätskonstante unter Referenzbedingungen gemessen. Diese beiden Varianten haben den Vorteil, daß die bei Referenzbedin-

gungen arbeitenden Meßgeräte besonders kostengünstig in der Anschaffung und einfach zu warten sind.

Bei der dritten Variante werden die Dichte und die Dielektrizitätskonstante unter Betriebsbedingungen und bei der 5 vierten Variante die Schallgeschwindigkeit und die Dielektrizitätskonstante unter Betriebsbedingungen gemessen. Diese letzten beiden Varianten haben den Vorteil, daß keine Thermostate zur Herstellung von Referenzbedingungen benötigt werden. Schließlich sind bei der dritten und vierten Variante 10 keine Druckreduzierungen zur Herstellung üblicher Referenzbedingungen erforderlich.

Dafür sind die Meßeinrichtungen zur Messung der Dielektrizitätskonstanten und der Dichte oder Schallgeschwindigkeit bei Betriebsbedingungen etwas kostspieliger in der An-15 schaffung als die entsprechenden Meßeinrichtungen für die ersten beiden Verfahrensvarianten. Außerdem ist die Auswertung der Meßgrößen zur Bestimmung des Brennwertes bei den letzten beiden Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Messung des Brennwertes schwieriger als bei den ersten 20 beiden Varianten.

Vorteilhafterweise werden die Dielektrizitätskonstante und die Dichte oder die Schallgeschwindigkeit unter Referenzbedingungen in einer gemeinsamen Meßumgebung erfaßt. Auf diese Weise wird nur eine Temperatur- und Druckmessung und 25 folglich nur ein Thermostat zur Herstellung bzw. Einhaltung der Referenzbedingungen benötigt. Außerdem erhöhen einheitliche Referenzbedingungen für die Messung der Dielektrizitätskonstanten und der Dichte die Genauigkeit, mit der die Wärmemengenzufuhr bestimmt werden kann.

30 Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel ist dadurch gekennzeichnet, daß als Referenzbedingungen für die Messung der Dichte oder der Schallgeschwindigkeit und/oder der Dielektrizitätskonstanten Normbedingungen eingestellt werden.

Die Dielektrizitätskonstante kann bei einem Referenz-35 druck von wenigstens 1MPa besonders genau gemessen werden.

Die Meßgenauigkeit des Brennwertes kann dadurch weiter erhöht werden, daß im Schritt a) zusätzlich wenigstens eine der Meßgrößen Temperatur, Druck oder der Anteil mindestens eines Inertgases, vorzugsweise der Kohlenstoffdioxidanteil, 5 erfaßt wird. Selbstverständlich kann die höchste Meßgenauigkeit bei der zusätzlichen Erfassung aller drei Meßgrößen erreicht werden.

Eine Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß ein Teilstrom des Brenngases zur Messung der 10 Dichte oder der Schallgeschwindigkeit unter Referenzbedingungen abgezweigt wird und daß an diesem Teilstrom, vorzugsweise nach der Dichte- oder Schallgeschwindigkeitsmessung, der Anteil mindestens eines Inertgases, vorzugsweise der Kohlenstoffdioxidanteil, erfaßt wird.

15 Zum Auffinden einer geeigneten Korrelation zwischen den gemessenen Parametern und dem Brennwert ist es vorteilhaft, den jeweiligen Verfahrensschritten a) und b) wenigstens einmal mehrere Meßzyklen vorzuschalten, bei denen der Verfahrensschritt a) mit mehreren Referenzgasen bekannten 20 Brennwerts durchgeführt wird. An dem Referenzgas werden dann die für die verschiedenen Varianten der Verfahren benötigten Meßgrößen erfaßt. In diesen Referenzzyklen wird aus dem Verhältnis der erfaßten verschiedenen Meßsignale eine der Zahl 25 der Meßzyklen entsprechende Zahl von Referenzsignalmustern in Zuordnung zu den bekannten Brennwerten gespeichert. Das Signalmuster aus einem späteren Meßzyklus an Brenngas unbekannten Brennwertes wird mit den Referenzsignalmustern zur Zuordnung eines bestimmten Brennwertes verglichen.

Zur Erhöhung der Referenzgenauigkeit sollte eine Viel- 30 zahl von Referenzzyklen durchgeführt werden, in denen nach- einander die verschiedenen Meßgrößen über den zu erwartenden Meßbereich variiert werden. Eine eindeutige und genaue Zu- ordnung eines bestimmten Brennwertes zu einem in einem Meß- 35 zyklus erfaßten Signalmuster eines Brenngases wird durch Interpolation der verschiedenen Referenzsignalmuster erreicht.

Ein wesentlicher Vorteil besteht darin, daß die Korrelation zwischen Brennwert und gemessenen Parametern mit Hilfe einer beliebigen Anzahl von Referenzzyklen für eine spezielle Anwendung nur einmal aufgefunden werden muß. Der einmalige Aufwand ist verhältnismäßig gering. Die Referenzbedingungen sollten hierbei möglichst getreu den später zu erwartenden Meßbedingungen gewählt werden. Es sollten also für alle Meßgrößen nur die tatsächlich in Frage kommenden Meßbereiche mit einer ausreichenden Genauigkeit als Referenzsignalmuster erfaßt werden.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird ferner gelöst durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur verbrennungslosen Messung und/oder Regelung der Wärmemengenzufuhr zu Gasverbrauchseinrichtungen, insbesondere zu Erdgasverbrauchseinrichtungen, wobei im Schritt a) zusätzlich das Brenngas bzw. ein Teilstrom des Brenngases durch einen Volumen- oder Massenzähler geleitet und das Volumen bzw. die Masse des zugeführten Brenngases gemessen wird.

Unter Gasverbrauchseinrichtungen werden alle privaten und industriellen Abnehmer sowie alle Übergabestellen o. dgl. verstanden.

Erfindungsgemäß kann z.B. die Wärmemengenzufuhr zu Haushalten bereits aus drei Parametern, nämlich erstens dem Volumen oder der Masse, zweitens der Dielektrizitätskonstante und drittens der Dichte oder Schallgeschwindigkeit unter Referenz- oder Betriebsbedingungen abgeleitet werden. Der technische Aufwand und die Kosten hierfür sind minimal.

Zur Erhöhung der Genauigkeit können, wie bei der Messung des Brennwertes, beliebig viele weitere Meßgrößen erfaßt werden. Für Anwendungsfälle in denen besonders hohe Meßgenauigkeiten erforderlich sind, z.B. für die Bestimmung der Wärmemengenzufuhr an Übergabestellen von Haupttransportleitungen mit hohem Gasdurchsatz, ist es vorteilhaft, zusätzlich zu den obigen drei Parametern den Druck, die Temperatur und den Kohlenstoffdioxidanteil zu erfassen.

Im folgenden wird die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur verbrennungslosen Messung und/oder Regelung der Wärmemengenzufuhr zu Gasverbrauchseinrichtungen anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen:

10 Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Anordnung zur Durchführung eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Verwendung des Verfahrens zur Brennwertmessung;

15 Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Anordnung zur Durchführung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Verwendung;

20 Fig. 3 eine schematische Ansicht einer Anordnung zur Durchführung eines dritten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Verwendung;

25 Fig. 4 eine schematische Ansicht einer Anordnung zur Durchführung eines vierten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Verwendung;

Fig. 5 eine schematische Ansicht einer Anordnung zur Durchführung eines fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Verwendung;

Fig. 6 eine schematische Ansicht einer Anordnung zur Durchführung eines sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Verwendung.

Fig. 1 zeigt eine Brenngasleitung 1, in der ein Gaszähler 3 angeordnet ist. In der Brenngasleitung 1 sind außerdem zwei Meßstellen 5 und 6 angeordnet. Der Meßstelle 5 ist ein Temperatursensor 7 und der Meßstelle 6 ein Drucksensor 8 zugeordnet. Ferner sind in der Brenngasleitung zwei Entnahmestellen 9 und 11 vorgesehen. Die Entnahmestelle 9 ist über ein Druckreduzierventil 13 mit einer Meßeinrichtung zur Messung der Dielektrizitätskonstanten 15 verbunden. Die Entnahmestelle 11 ist über ein Druckreduzierventil 17 mit einer Meßeinrichtung zur Messung der Dichte 19 verbunden. Die Meßeinrichtung 19 ist über eine Brenngasleitung mit einer Meß-

einrichtung 21 zur Bestimmung des Kohlenstoffdioxidanteils verbunden.

Die Signalausgänge des Gaszählers 3, des Temperatursensors 7, des Drucksensors 8 sowie der Meßeinrichtungen 15, 19 5 und 21 sind mit den Eingängen eines Energieumwerters 23 verbunden.

Im Betriebszustand mißt der Gaszähler 3 den Volumenstrom und die Zeit und berechnet daraus das Volumen des zugeführten Brenngases. Der Temperatursensor 7 mißt die Temperatur 10 und der Drucksensor 8 den Druck in der Brenngasleitung 1. Die Meßeinrichtung 15 mißt die Dielektrizitätskonstante unter Referenzbedingungen, und zwar z.B. bei einem Druck von einem MPa und einer Temperatur von 288,15 K. Die Dichtmessung wird in der Meßeinrichtung 19 unter Normbedingungen 15 durchgeführt. Nach der Dichtmessung wird an dem an der Entnahmestelle 11 entnommenen Brenngasteilstrom der Kohlenstoffdioxidanteil gemessen. Alle ermittelten Meßwerte werden an den Energieumwandler 23 gesendet. Dieser berechnet zu- 20 nächst korrelativ den Brennwert bei Betriebsbedingungen HSV,b. Anschließend berechnet der Energieumwandler 23 durch Multiplikation des Brennwertes HSV,b mit dem Volumen bei Be-triebsbedingungen V_b die Wärmemenge Q .

Fig. 2 zeigt eine Anordnung zur Durchführung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Die Anordnung gemäß 25 Fig. 2 unterscheidet sich lediglich dadurch von der Anordnung gemäß Fig. 1, daß statt der Meßeinrichtung 19 zur Dichtmessung eine Meßeinrichtung 29 zur Messung der Schallgeschwindigkeit unter Normbedingungen vorgesehen ist. Die Wärmemenge wird von dem Energieumwandler 23 bei diesem Aus- 30 führungsbeispiel auf der Basis des Volumen, der Temperatur und des Druckes bei Betriebsbedingungen, der Dielektrizitätskonstanten unter Referenzbedingungen, der Schallgeschwindigkeit unter Normbedingungen sowie des Kohlenstoffdioxidanteils berechnet.

35 Da in den beiden Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 und Fig. 2 die Meßeinrichtungen für die Dielektrizitätskon-

stante, die Schallgeschwindigkeit und den Druck außerhalb der Brenngasleitung angeordnet sind, ist die Wartung dieser Einrichtungen sowie eine eventuelle Reparatur ohne besonderen technischen Aufwand durchzuführen. Außerdem sind nur 5 verhältnismäßig wenige Referenzzyklen erforderlich, da die Dielektrizitätskonstante und die Schallgeschwindigkeit unter vorgegebenen Bedingungen gemessen werden. Es besteht somit eine direkte Korrelation zwischen einer Änderung der Dielektrizitätskonstanten und der Schallgeschwindigkeit oder der 10 Dichte und einer Änderung der Gaszusammensetzung. Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist besonders kostengünstig zu realisieren, da die Schallgeschwindigkeit einfacher und günstiger zu messen ist als die Dichte des Brenngases.

In Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch dargestellt. Die Anordnung unterscheidet sich von der Anordnung gemäß Fig. 1 dadurch, daß statt des Volumenzählers ein Massenzähler 33 zur Messung der Masse des zugeführten Brenngases vorgesehen ist. Ferner ist eine separate Entnahmestelle 30 der Meßeinrichtung zur Bestimmung des 20 Kohlenstoffdioxidanteils 31 zugeordnet ist. Außerdem sind die Meßeinrichtungen zur Dielektrizitätsmessung 35 und zur Dichtmessung 39 in einer gemeinsamen Meßumgebung angeordnet, in der eine vorgegebene Temperatur und ein vorgegebener Druck herrscht.

25 Der Energieumwerter 34 berechnet zunächst korrelativ den Brennwert H_{Sm} . Anschließend berechnet der Energieumwerter 34 durch Multiplikation des Brennwertes H_{Sm} mit der Masse m die Wärmemenge Q .

Das in Fig. 4 dargestellte vierte Ausführungsbeispiel 30 der Erfindung unterscheidet sich von dem in Fig. 3 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel lediglich dadurch, daß statt einer Meßeinrichtung zur Dichtmessung 39 eine Meßeinrichtung zur Messung der Schallgeschwindigkeit 49 in der gemeinsamen Meßumgebung vorgesehen ist.

35 Das dritte und das vierte Ausführungsbeispiel haben wie die beiden ersten Ausführungsbeispiele den Vorteil, daß we-

nige Referenzzyklen durchgeführt werden müssen, um die Wärmemenge zuverlässig zu bestimmen. Ferner hat die gemeinsame Meßumgebung für die Dielektrizitätsmessung und die Dichte- bzw. Schallgeschwindigkeitsmessung den Vorteil, daß nur eine 5 Druck- und Temperaturmessung zusätzlich zur Druck- und Temperaturmessung in der Brenngasleitung benötigt wird. Im Vergleich zu den beiden ersten Ausführungsbeispielen kann außerdem eine Thermostat eingespart werden. Das dritte Ausführungsbeispiel weist eine besonders hohe Genauigkeit bei 10 der Bestimmung der Wärmemenge auf und ist daher besonders vorteilhaft.

In Fig. 5 ist ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht. Die Anordnung gemäß Fig. 5 unterscheidet sich von der Anordnung in Fig. 3 dadurch, daß in der 15 Brenngasleitung eine Meßstelle 40 vorgesehen ist, der eine Meßeinrichtung 45 zur Dielektrizitätsmessung bei Betriebsbedingungen und eine Meßeinrichtung 49 zur Dichtmessung bei Betriebsbedingungen zugeordnet sind. Alle Meßgrößen, bis auf den Kohlenstoffdioxidanteil, werden bei diesem Ausführungs- 20 beispiel unter Betriebsbedingungen gemessen. Außerdem wird statt der bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 3 und 4 gemessenen Masse das Volumen gemessen. Die Meßgrößen Volumen, Temperatur, Druck, Dielektrizitätskonstante sowie Dichte unter Betriebsbedingungen werden an den Energieumwer- 25 ter 23 gesendet.

In Fig. 6 ist ein sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Anordnung gemäß Fig. 6 unterscheidet sich von der Anordnung gemäß Fig. 5 lediglich dadurch, daß in der Brenngasleitung 1 anstelle der Meßeinrichtung 49 30 zur Dichtemessung eine Meßeinrichtung 59 zur Schallgeschwindigkeitsmessung vorgesehen ist.

Das fünfte und sechste Ausführungsbeispiel haben den Vorteil, daß aufgrund der Messung der Dielektrizitätskonstanten sowie der Dichte bzw. der Schallgeschwindigkeit unter 35 Betriebsbedingungen keine Referenzbedingungen einzustel-

len sind. Somit vereinfacht sich die Anordnung insofern, als auf Thermostate vollständig verzichtet werden kann.

Außerdem entfallen die zur Einstellung der Referenzbedingungen benötigten Temperatur- und Drucksensoren vollständig. Eine Verringerung des Druckes ist nur noch zur Bestimmung des Kohlenstoffdioxidanteils in der Meßeinrichtung 31 erforderlich. Schließlich haben die Ausführungsbeispiele gemäß Fig. 5 und Fig. 6 den Vorteil, daß das Verfahren im Freien durchgeführt werden kann, da alle Meßeinrichtungen der Brenngasleitung unmittelbar zugeordnet sind. In den dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Meßeinrichtungen über Signalleitungen mit dem in einem Gebäude angeordneten Energieumwerter 23 verbunden. Der Platzbedarf zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens ist bei diesen beiden Ausführungsbeispielen sehr gering.

Im Rahmen des Erfindungsgedankens sind zahlreiche Weiterbildungen möglich. Insbesondere kann die zeitliche Reihenfolge der Messungen zur Bestimmung der verschiedenen Meßgrößen beliebig variiert werden. Auch die Referenzbedingungen können frei gewählt werden. Schließlich können nicht nur die Dielektrizitätskonstante und die Dichte bzw. Schallgeschwindigkeit, sondern auch der Kohlenstoffdioxidanteil in der gemeinsamen Meßumgebung bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur verbrennungslosen Messung des Brennwertes von Brenngas, wobei

5 a) die Dielektrizitätskonstante des Brenngases unter Referenz- oder Betriebsbedingungen und die Dichte oder die Schallgeschwindigkeit des Brenngases unter Referenz- oder Betriebsbedingungen erfaßt werden und

b) aus diesen zwei Parametern der Brennwert abgeleitet

10 wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dielektrizitätskonstante und die Dichte oder die Schallgeschwindigkeit unter Referenzbedingungen in einer gemeinsamen Meßumgebung erfaßt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Referenzbedingungen für die Messung der Dichte oder der Schallgeschwindigkeit und/oder der Dielektrizitätskonstanten Normbedingungen eingestellt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Referenzbedingung für die Messung der Dielektrizitätskonstanten ein Referenzdruck von wenigstens 1 MPa eingestellt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Schritt a) zusätzlich wenigstens eine der Meßgrößen Temperatur, Druck oder der Anteil mindestens 30 eines Inertgases, vorzugsweise der Kohlenstoffdioxidanteil, erfaßt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teilstrom des Brenngases zur Messung der Dichte oder 35 der Schallgeschwindigkeit unter Referenzbedingungen abge-

zweigt wird und daß an diesem Teilstrom die Erfassung des Anteils mindestens eines Inertgases, vorzugsweise des Kohlenstoffdioxidanteils, durchgeführt wird.

5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß den Verfahrensschritten a) und b) mehrere Meßzyklen vorgeschaltet werden, bei denen der Schritt a) mit mehreren Referenzgasen bekannten Brennwerts durchgeführt wird; daß aus dem Verhältnis der bei den Referenzgasen 10 erfaßten verschiedenen Meßsignale eine der Zahl der Meßzyklen entsprechende Zahl von Referenzsignalmustern in Zuordnung zu den bekannten Brennwerten gespeichert wird; und daß das Signalmuster aus einem späteren Meßzyklus an Brenngas unbekannten Brennwertes mit den Referenzsignalmustern zur 15 Zuordnung eines bestimmten Brennwertes verglichen wird.

8. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur verbrennungslosen Messung und/oder Regelung der Wärmemengenzufuhr zu Gasverbrauchseinrichtungen, insbesondere zu Erdgasverbrauchseinrichtungen, wobei im Schritt a) zusätzlich das Brenngas bzw. ein Teilstrom des Brenngases durch einen Volumen- oder Massenzähler geleitet und das Volumen bzw. die Masse des zugeführten Brenngases gemessen wird.

1/4

Fig. 1

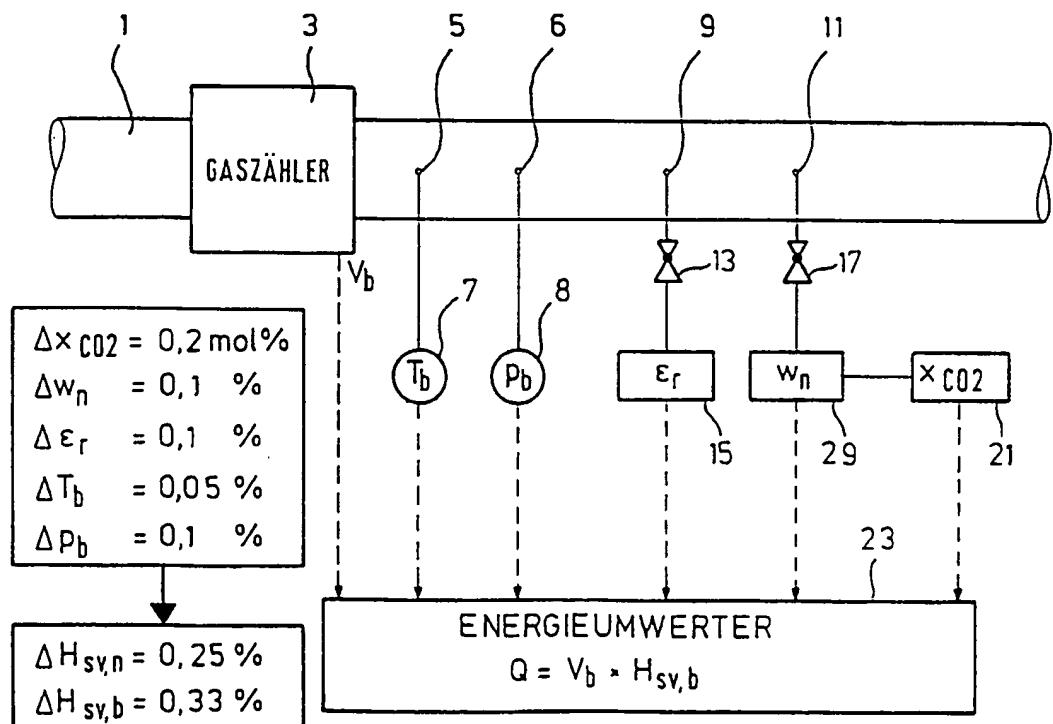
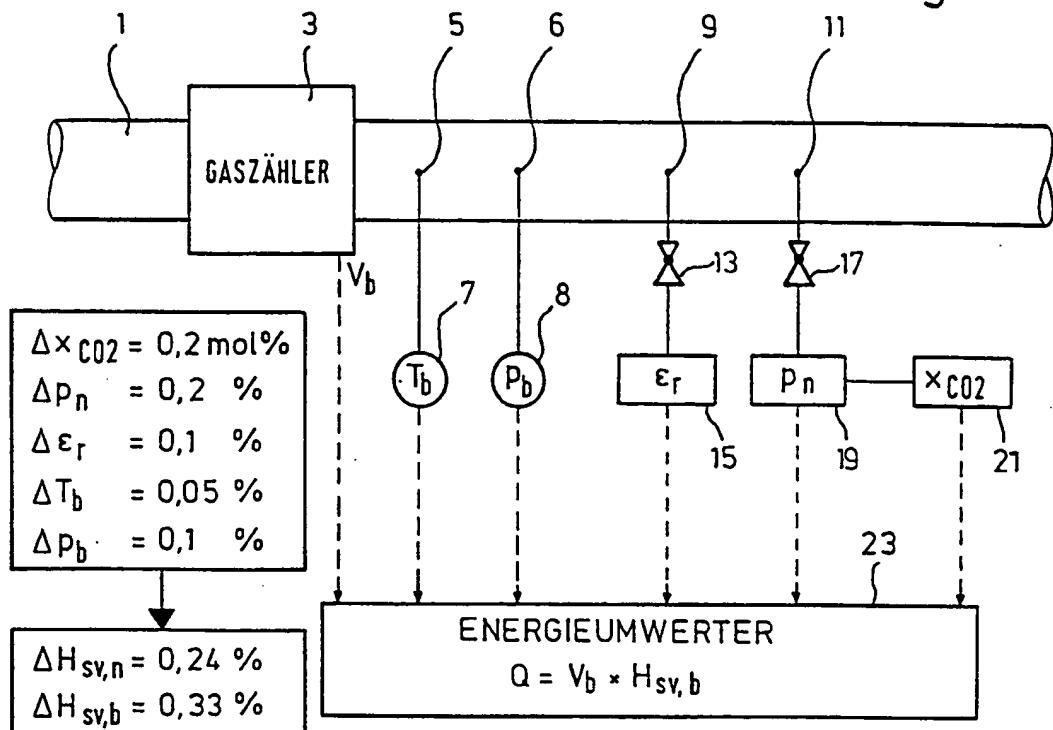


Fig. 2

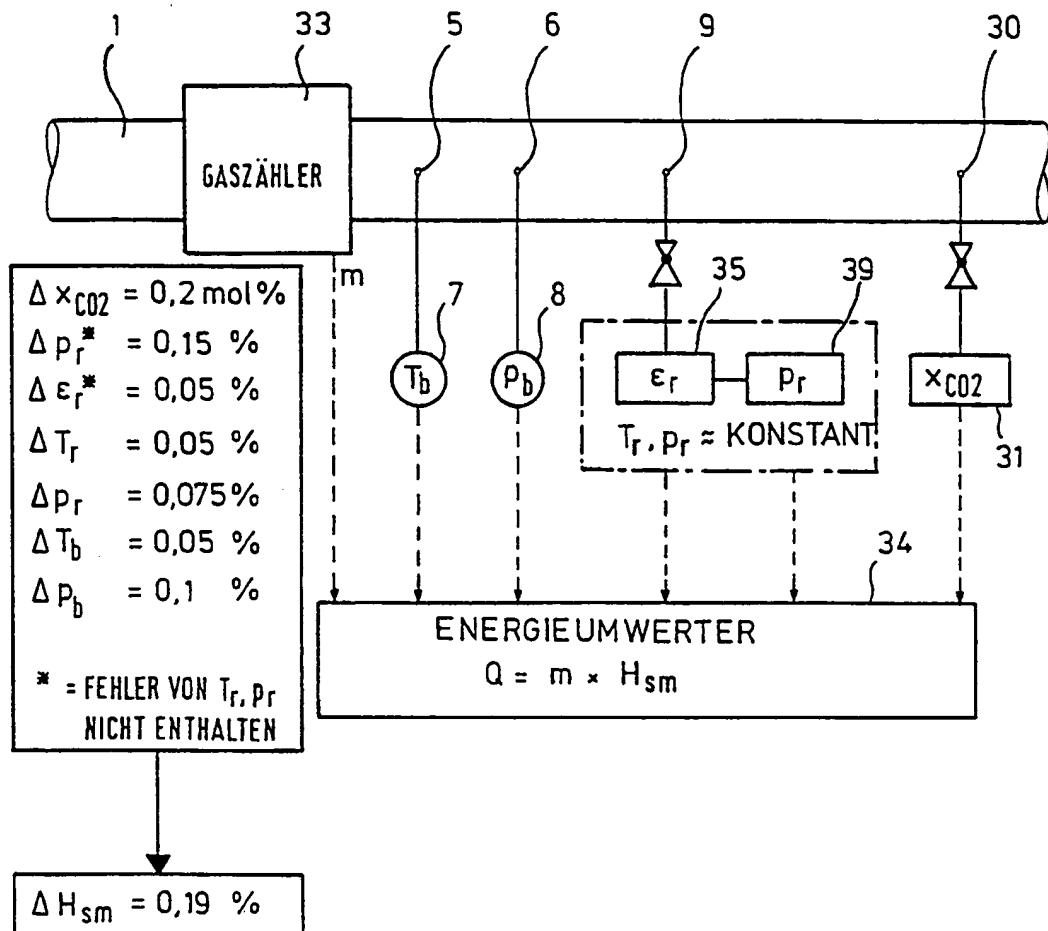


Fig. 3

3/4

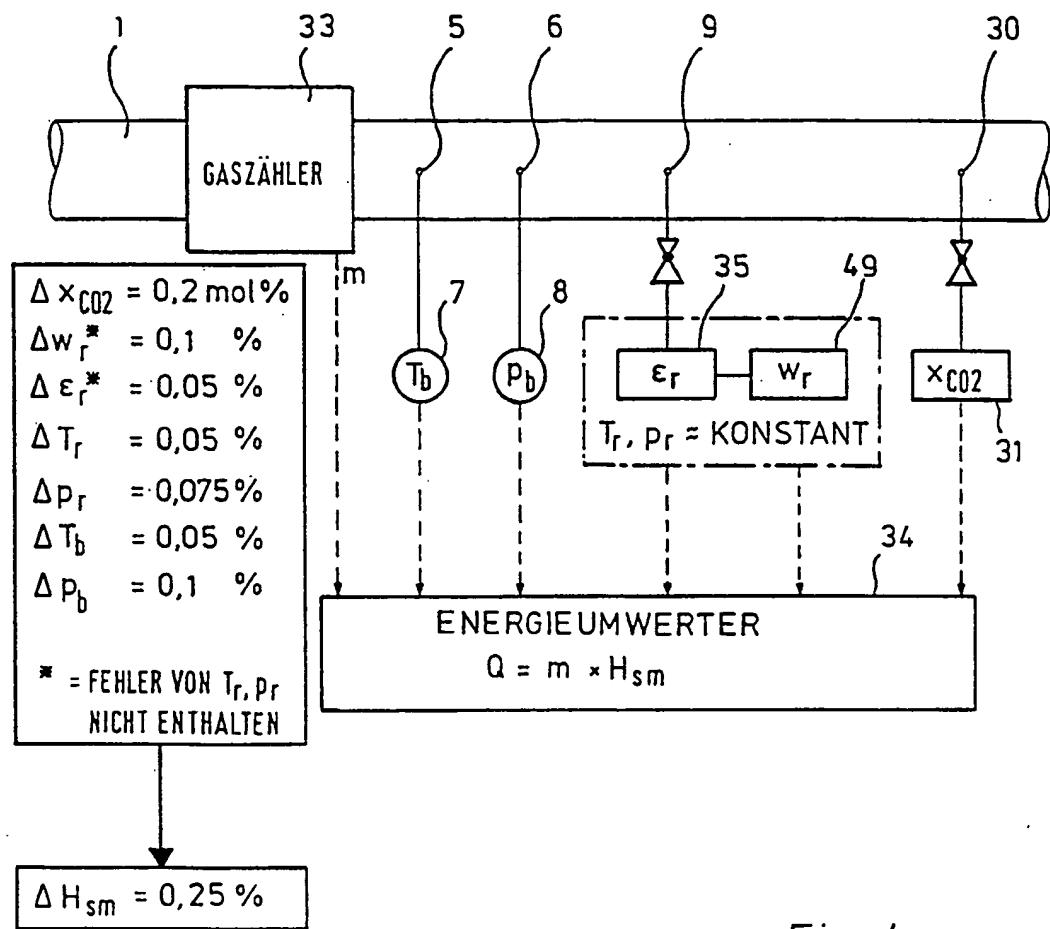


Fig. 4

4/4

Fig. 5

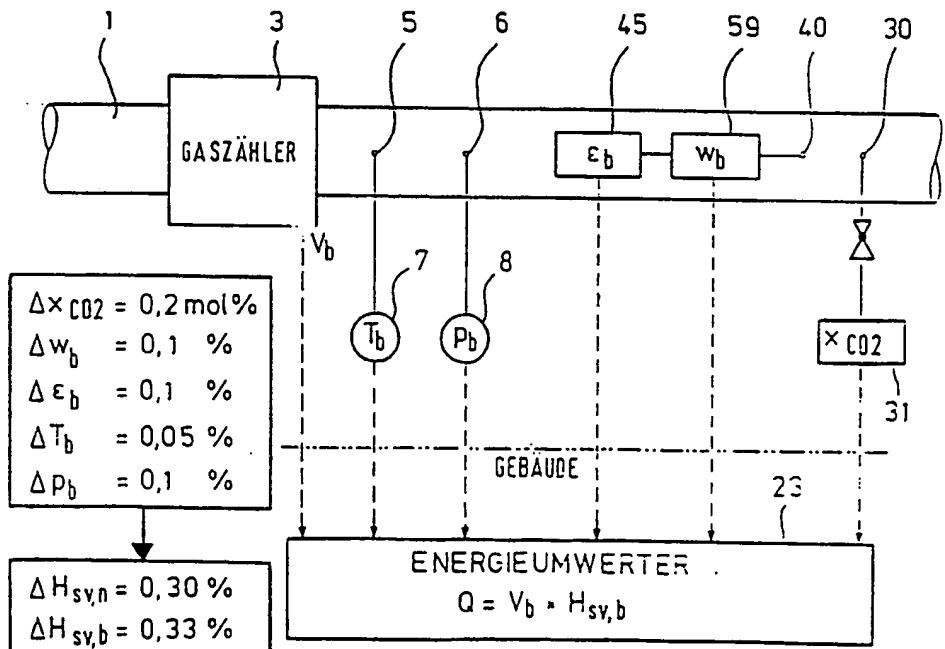
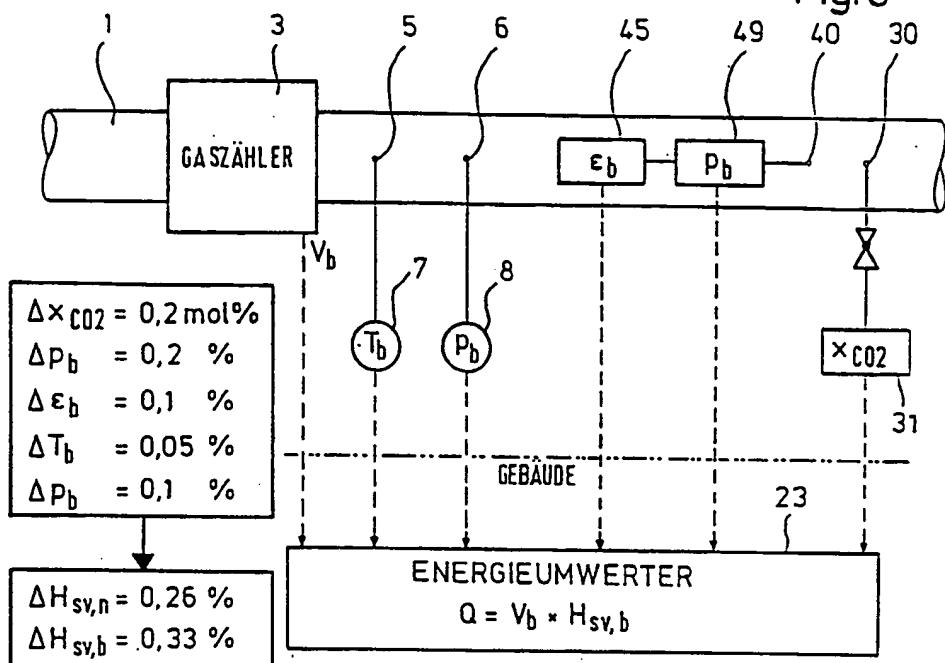


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/05304

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 G01N33/22 G01N27/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 6 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 43 36 174 A (RUHRGAS AG) 27 April 1995 see abstract ----	1-8
Y	US 5 182 523 A (ERTEL ET AL.) 26 January 1993 see abstract see column 6, line 31 - line 47; figure 1 ----	1-8
A	US 4 845 976 A (JOHNSON ET AL.) 11 July 1989 see abstract see column 3, line 9 - line 44; figure 1 -----	1-8

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 January 1999

Date of mailing of the international search report

13/01/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kempf, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/05304

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 4336174	A 27-04-1995	NONE		
US 5182523	A 26-01-1993	EP 0472767 A		04-03-1992
		DE 59008731 D		20-04-1995
		JP 2554296 B		13-11-1996
		JP 5087764 A		06-04-1993
US 4845976	A 11-07-1989	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05304

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes
IPK 6 G01N33/22 G01N27/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 43 36 174 A (RUHRGAS AG) 27. April 1995 siehe Zusammenfassung ---	1-8
Y	US 5 182 523 A (ERTEL ET AL.) 26. Januar 1993 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 6, Zeile 31 – Zeile 47; Abbildung 1 ---	1-8
A	US 4 845 976 A (JOHNSON ET AL.) 11. Juli 1989 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 3, Zeile 9 – Zeile 44; Abbildung 1 -----	1-8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :	
“A” Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist	“T” Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
“E” älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	“X” Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
“L” Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)	“Y” Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
“O” Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	“&” Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
“P” Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. Januar 1999	13/01/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Kempf, G
---	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05304

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4336174	A 27-04-1995	KEINE		
US 5182523	A 26-01-1993	EP 0472767 A	04-03-1992	
		DE 59008731 D	20-04-1995	
		JP 2554296 B	13-11-1996	
		JP 5087764 A	06-04-1993	
US 4845976	A 11-07-1989	KEINE		